

Publikationsreihe des Fachgebiets Maschinenelemente und
Maschinenakustik der Technischen Universität Darmstadt

Band 1/2001

Alexander Landfester

**Numerische Berechnung abgestrahlter Schallfelder
mittels der Infinite Elemente Methode**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Landfester, Alexander:

Numerische Berechnung abgestrahlter Schallfelder mittels der Infinite Elemente Methode / Alexander Landfester.

Aachen : Shaker, 2001

(Publikationsreihe des Fachgebiets Maschinenelemente und Maschinenakustik der Technischen Universität Darmstadt ; Bd. 2001, 1)

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9313-8

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9313-8

ISSN 1435-4292

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Die Infinite Elemente Methode (IEM) ermöglicht die numerische Berechnung der Schallabstrahlung in ein unbeschränktes Außengebiet. Bei der Anwendung dieses Verfahrens werden in der Umgebung eines Strahlers bis zu einem künstlichen Rand zunächst gewöhnliche akustische Finite Elemente angeordnet. An diesen Rand schließen Infinite Elemente an, die die Sommerfeldbedingung erfüllen und somit gewährleisten, dass aus dem Unendlichen keine Wellen reflektiert werden.

In dieser Arbeit werden zwei Infinite Elemente Formulierungen auf ihre Eignung zur Berechnung der Schallabstrahlung komplexer Strukturen hin untersucht. Dies sind die unkonjugierten Elemente nach Burnett und Holford, die aufgrund spezieller ellipsoidaler Koordinaten eine sehr gute Anpassung des Netzes der akustischen Finiten und Infiniten Elemente an die Geometrie der abstrahlenden Struktur erlauben. Die konjugierten welleneinhüllenden Elemente nach Astley et al. werden in dieser Arbeit erstmals in ellipsoidalen Koordinaten formuliert. Beide Formulierungen basieren auf einer radialen Entwicklung, die auf Wilcox zurückgeht, und erfüllen die Sommerfeldbedingung.

Zur Untersuchung der beiden Infiniten Elemente werden an verschiedenen Strahlern, für die analytische Vergleichslösungen vorliegen, umfangreiche Testrechnungen vorgenommen. Dabei werden grundlegende Parameter wie Ellipsoidalität, Lage des künstlichen Randes zwischen Finiten und Infiniten Elementen sowie Komplexität der Strahlergeometrie und des abgestrahlten Schallfeldes variiert, um ein genaues Bild von der Leistungsfähigkeit der Formulierungen zu erhalten.

Die unkonjugierten Elemente erweisen sich dabei als der überlegene Elementtyp. Die Qualität ihrer Ergebnisse ist weitgehend unabhängig von der Geometrie des Ellipsoiden, der den künstlichen Rand darstellt. Die unkonjugierten Elemente lassen sich ohne Einschränkung im Nahfeld des Strahlers anordnen, was die Anzahl der notwendigen Freiheitsgrade und so die benötigten Rechenzeiten beschränkt. Auch bei komplexen Strahlern und Schallfeldern lassen sich über einen großen Frequenzbereich gute Ergebnisse erzielen.

Die konjugierte Formulierung zeigt mit einem zunehmenden Verhältnis der größten und kleinsten Halbachse des Ellipsoiden eine abnehmende Genauigkeit. Die Güte der Ergebnisse ist bei kleinen Wellenzahlen gering, wenn die konjugierten Elemente zu nahe am Strahler platziert werden. Das ist insofern problematisch, als der mindestens notwendige Abstand der Infiniten Elemente von der Strahlergeometrie und der Wellenzahl abhängig und somit in der Praxis schwer abzuschätzen ist.

Bei der Berechnung von Leistungsgrößen der Schallabstrahlung eines Zylinderkopfdeckels lassen sich mit beiden Elementformulierungen Ergebnisse erzielen, die gut mit vergleichenden Messungen korrelieren. Dabei lassen sich sowohl die Orte maximaler Schallabstrahlung als auch die Amplituden der Maxima mit guter Genauigkeit bestimmen. Die unkonjugierte Formulierung erweist sich aufgrund der symmetrischen Systemmatrizen als die deutlich effizientere Methode. Zudem wird gezeigt, dass die Verwendung ellipsoidaler Koordinaten eine erhebliche Verringerung der Anzahl der Freiheitsgrade im Vergleich zu Kugelkoordinaten mit sich bringt.